

А.С. Кравченко, С.Э. Бобровский
БГТУ, Минск, РБ

РАСЧЕТ СИЛОВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОЦИЛИНДРОВКИ ДРЕВЕСИНЫ С ПОЛУЧЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЩЕПЫ (CALCULATION OF FORCE INDICATORS IN CYLINDERING WOOD ON RECEIPT OF WOOD CHIPS)

В представленной работе проведен расчет силовых показателей при оцилиндровке круглых лесоматериалов специальными ножами, дающими возможность получать технологическую щепу. Сформулированы выводы по существу данного вопроса.

In this study, we calculated the power indices in cylindering round timber with special knives, making it possible to receive the wood chips and formulate conclusions on the merits of the issue.

В настоящее время актуальной является задача изготовления оборудования, позволяющего производить оцилиндровку круглых лесоматериалов надлежащего качества и приемлемой себестоимости.

Расчет силовых показателей возможных вариантов при оцилиндровке древесины выполнен с учетом основных технических характеристик оцилиндровочного станка (табл. 1).

Таблица 1

Основные технические данные оцилиндровочного станка

Показатели	Обозначение	Величина	Примечание
Диаметр просвета ротора	D_p	630	—
Диаметр лесоматериала, мм: максимальный минимальный	D_{max} D_{min}	530 100	
Частота вращения ротора, мин ⁻¹	П1 П2 П3	150 200 300	—
Число ножей	z	5	—
Общая установленная мощность, кВт	P_y	40,72	—
Скорость подачи бревна, м/мин	$U1$ $U2$ $U3$ $U4$ $U5$ $U6$	12 16 24 30 40 60	—

При выполнении оцилиндровки резец является активной частью режущего инструмента. Конструкция ножа должна обуславливать требования, предъявляемые к технологической щепе.

Конструкция ножа сборная. Режущий элемент представляет собой резец U-образной формы, который крепится к державке посредством двух винтов. Резец имеет боковую зарезную, главную режущую и боковую подрезную кромки.

Углы резания существенно влияют на процесс стружкообразования и выбираются в зависимости от условий резания.

Угол заточки β предопределяет режущие свойства резца. Анализ литературных источников и опыта эксплуатации оборудования по производству технологической щепы показывает, что данный угол может находиться в пределах 40–45°.

Для уменьшения сил трения между задней поверхностью резца и обрабатываемым материалом рекомендуется формировать режущие кромки с задним углом 12–15° в случаях выполнения операций по формированию стружки, что имеет место для зарезной и главной кромок. Подрезная же кромка практически не соприкасается с обрабатываемым материалом, поэтому можно рекомендовать задний угол в пределах 5–8°.

Использование составной конструкции ножа позволяет упростить монтаж инструмента и способ его регулирования. Ножи можно устанавливать при оцилиндровке по спирали в специальных кронштейнах в один или два ряда (рис. 1). Количество режущих элементов и их рядность зависит от диаметра обрабатываемых бревен (величины сбега) и их длины. Следует отметить, что при данном способе крепление ножей жесткое и величина падения спирали обусловлена толщиной щепы ($S_{щ}$).

Данный инструмент можно использовать и для окорки древесины. В этом случае устанавливают 1–2 ножа, но с использованием плавающей системы ориентации ножа по отношению к обрабатываемому материалу, т.е. требуется оснастить станок следящим устройством.

Для принятой принципиальной схемы скорость подачи определяется по формуле, м/мин:

$$V_S = S_Z z n / 1000, \quad (1)$$

где z – количество ножей, шт.;

n – частота вращения ротора, мин;

S_Z – продольная подача на нож ($S_Z = l_{щ}$), мм.

Скорость резания определяется по формуле, м/с:

$$V_P = \pi D_{бр} n / 60 \cdot 1000, \quad (2)$$

где $D_{бр}$ – диаметр обрабатываемого бревна, мм.

Из формулы (1) можно получить зависимость для определения количества режущих элементов:

$$z = 1000 V_S / S_Z n.$$

Длина щепы регламентирована ГОСТом 15.815-88, и для производства древесноволокнистых плит приемлемы параметры по длине 10–35 мм толщиной не более 5 мм, а для древесностружечных плит, соответственно, 10–60 мм. Условно для расчетов принято $S_Z = 35$ мм. Тогда для частот вращения ротора и скорости подачи оцилиндровочного станка, согласно техническим данным (см. табл. 1), получим необходимое количество режущих инструментов. Результаты расчетов представлены в таблице 2.

Количество режущих элементов можно определить, учитывая толщину снимаемого слоя древесины.

Как видно из рис. 1, значение

$$h = D_{бр} - d,$$

где d – диаметр полученной заготовки, мм.

В этом случае

$$z = h / S_{щ}.$$

Сила резания при получении технологической щепы зависит от ее толщины и длины. Согласно исследованиям* расчетная формула имеет вид, приведенный ниже.

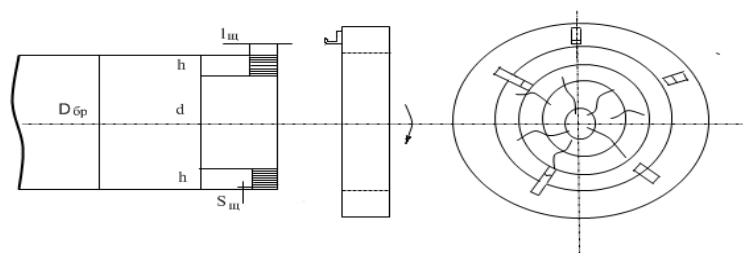


Рис. 1. Принципиальная схема

Таблица 2

Расчет количества режущих инструментов для получения технологической щепы

Частота вращения ротора, мин-1	Скорость подачи, м/мин					
	12	16	24	30	40	60
150	2	3	5	6	8	12
200	2	2	3	4	6	9
300	1	2	2	3	4	6

При получении щепы с параметрами имеем, Н:

$$F = 366 - 0,63l_{щ} - 109,5S_{щ} + 1,88 l_{щ}S_{щ} + 14,3 S_{щ}^2. \quad (3)$$

При $l_{щ}=35$ мм и $S_{щ}=5$ мм имеем, Н:

$$F = 366 - 0,63 \cdot 35 - 109,5 \cdot 5 + 1,88 \cdot 35 \cdot 5 + 14,3 \cdot 5^2 = 482,9.$$

Приведенная формула действительна для обработки древесины сосны острыми резцами. В случаях обработки других пород затупленными резцами необходимо учитывать поправочные коэффициенты. Поправочные коэффициенты на породу представлены в табл. 3.

При критическом затуплении режущих элементов поправочный коэффициент на затупленность составляет $a_p = 1,6$.

Учитывая выше изложенное:

$$F_{\delta} = F_c a_n a_p.$$

Так при обработке древесины березы затупленными резцами для принятых условий касательная суммарная сила резания составит, Н:

$$F_{\delta} = 482 \cdot 1,25 \cdot 1,6 = 965,8.$$

Таблица 3

Поправочные коэффициенты на породу древесины

a_n	Мягкие породы						Твердые породы			
	Липа	Осина	Ель	Сосна	Ольха	Листвен.	Береза	Бук	Дуб	Ясень
	0,80	0,85	0,95	1,0	1,05	1,10	1,25	1,40	1,55	1,75

* Отчет о научно-исследовательской работе «Разработка технологии изготовления, подготовки к эксплуатации инструмента фрезерно-брусующих машин серии БРМ», тема 83–84. – Минск: БТИ, 1985.

Мощность резания определяется по формуле:

$$P = F V z / 1000 \eta,$$

где z – количество режущих элементов;

η – КПД механизма резания ($\eta = 0,94$).

При получении технологической щепы и заготовки диаметром 150 мм с числом ножей $z=1$ имеем, м/с:

$$V = \pi d n / 60 \cdot 1000 = 3,14 \cdot 150 \cdot 300 / 60 \cdot 1000 = 2,4.$$

Мощность привода должна быть не менее, кВт:

$$P_{\text{дв}} = 965,8 \cdot 2,4 \cdot 1/1000 \cdot 0,94 = 2,5.$$

Предложенный способ имеет следующие преимущества:

- возможность получения технологической щепы;
- использование одного ножа позволит снизить энергозатраты на процесс оцилиндровки;
- высокое качества обработки;
- простота наладки механизма резания.

Недостаток способа – эффективность достигается за счет сортировки бревен вследствие жесткого крепления ножей.

А.С. Кравченко, С.Э. Бобровский
БГТУ, Минск, РБ

ОЦИЛИНДРОВКА ДРЕВЕСИНЫ СПОСОБОМ ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО ФРЕЗЕРОВАНИЯ (CYLINDERING WOOD WAY CYLINDRICAL MILLING)

В представленной работе проведен расчет силовых показателей при оцилиндровке круглых лесоматериалов способом цилиндрического фрезерования и сформулированы выводы по существу данного вопроса.

In this study, we calculated the power indices for round timber cylindering cylindrical milling means and formulate conclusions on the merits of the issue.

Оцилиндровка древесины способом фрезерования не требует разработки специального фрезерного инструмента. В данном случае можно использовать фрезы сборные для обработки проушин и шипов по ГОСТу 11290-80, фрезы дисковые пазовые по ГОСТу 11291-81 и т.д. Можно использовать инструмент собственной конструкции, представляющий собой диск с установленными резцами, аналогичными, что и для чистового точения.

Расчет основных показателей.

Диаметр режущего инструмента подбирается из условия соблюдения скорости резания, которая должна находиться в пределах 20–30 м/с [1].

Скорость резания определяется зависимостью:

$$V_p = \pi D n / (60 \cdot 1000),$$

откуда

$$D = 60 \cdot 1000 V_p / (\pi n).$$

При использовании привода, имеющего частоту вращения 3000 мин⁻¹ диаметр фрезы составит, мм:

$$D = 60 \cdot 100 / (3,14 \cdot 3000) - (20 \div 30) = 127 \div 190.$$